

# INTRODUÇÃO À GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS

CASSIANA MAZZER<sup>1</sup>

OSVALDO ALBUQUERQUE CAVALCANTI<sup>2</sup>

1. Farmacêutica da empresa Solabia do Brasil. Rua 52.001, s/n - Zona 52 - Lote 237-C Distrito de Florianópolis - CEP 87105-000 - Maringá - PR - Brasil. Endereço eletrônico:
2. Professor Departamento Farmácia e Farmacologia. Av. Colombo, 5790, Bloco P02. CEP 87020-900 Maringá/Paraná

Autor responsável e-mail: [cassianamazzer@hotmail.com](mailto:cassianamazzer@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

Os danos ambientais causados pelas catástrofes que ocuparam a mídia, nestes últimos anos, são insignificantes, quando comparados aos danos cumulativos, na maioria das vezes, imperceptíveis, provocados pela grande quantidade de poluentes menores disponibilizados ao meio ambiente de maneira constante e gradativa.

Vivemos num ecossistema no qual os recursos são limitados, mas cujo crescimento é ilimitado, e onde os recursos existentes são fortemente inter-relacionados e interdependentes. Uma postura exaustivamente consumista e descartável poderá inevitavelmente comprometer a qualidade de vida da espécie dominante.

As descobertas dos inúmeros danos ambientais resultantes das práticas inadequadas das disposições dos resíduos têm aumentado o conhecimento e a preocupação da população do planeta sobre esta questão. Nos últimos anos, esta preocupação tem sido manifestada e concretizada, através da promulgação de uma série de legislações federais, estaduais e municipais.

Com a legislação ambiental cada vez mais rígida, os prejuízos advindos de seu não-cumprimento podem apresentar um custo muito elevado aos infratores. Paralelamente, a conscientização do consumidor impulsiona-os a adquirir produtos que sejam considerados “verdes/limpos”, “ambientalmente corretos”, ou seja, produtos que, além de

apresentarem boa qualidade, possuam uma linha de produção que não gera comprometimento ambiental. Esses aspectos vêm incentivando, a cada dia, a indústria a procurar sistemas eficazes que provoquem a redução de seus impactos ambientais, com custo de mercado compatível (Macêdo, 2000).

Empresas estão procurando adotar o Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Esse sistema de gestão ambiental permite à empresa controlar permanentemente os efeitos ambientais de todo o seu processo de produção, desde a escolha da matéria-prima até o destino final do produto e dos resíduos líquidos, sólidos e gasosos, levando-a a operar da forma mais sustentável possível.

Em um mercado globalizado, competitivo, consumidores, cada vez mais exigentes e alicerçado por uma legislação comprometida com os anseios sociais futuristas, a gestão ambiental passou a ter caráter marcante e decisivo na escolha de produtos. Empresas tecnológicas e culturalmente habilitadas no efetivo controle dos seus processos, apresentam seus custos reduzidos, uma vez que consomem menos matéria-prima e insumos, geram menos subprodutos, reutilizam, reciclam, lucram com seus resíduos e gastam menos com o manejo e controle da poluição e recuperação ambiental. As empresas ganham competitividade, por meio da gestão ambiental, tanto para a sua sobrevivência no mercado internacional, quanto para controle dos aspectos ambientais, garantindo a sustentabilidade do processo de

desenvolvimento e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população.

Neste contexto, a certificação voluntária tem sido acreditada como instrumento capaz de referendar a credibilidade das empresas frente ao comprometimento ambiental. A aplicação deste processo tem permitido aumento na capacidade de competir no mercado tanto nacional como internacional, um verdadeiro passaporte para os produtos.

A certificação tem sido implementada como parâmetro na decisão de compra do cliente, por gerar credibilidade. Tem sido observada uma melhoria da qualidade dos processos, produtos e da própria organização, com efetiva melhoria dos processos, evitando e prevenindo a ocorrência de deficiências (falhas), reduzindo custos com retrabalho, perdas, desperdícios e inspeções. Apesar desta avalanche na busca pela certificação voluntária, compartilhamos com a argumentação que a certificação não sirva apenas como propósito publicitário, mas como mecanismo habilitado na garantia e manutenção da segurança e qualidade dos produtos, serviços ofertados, e compromisso ambiental (ROSENBERG, 2000).

## DESENVOLVIMENTO

Conforme observamos, a sociedade dotada de uma consciência comprometida e voltada a garantir a manutenção da qualidade de vida das futuras gerações, tem buscado mecanismos capazes de estimularem a criação de normas e diretrizes comprometidas com a implementação de uma política nacional séria, atrelada às tendências internacionais e fundamentada no avanço do conhecimento técnico-científico da humanidade. Objetivando minimizar a produção de resíduos e garantindo aos resíduos obrigatoriamente formados, destino seguro e adequado, permitindo proteção dos recursos naturais e meio ambiente.

Iniciativas voltadas a atender estas expectativas têm sido constantemente publicadas. Especificamente, legislação voltada à área de saúde foi recentemente publicada: a Resolução RDC n°. 33, em cinco de março de 2003, sendo esta voltada à necessidade de prevenir e reduzir os riscos à saúde e o meio ambiente, propondo gerenciando do destino correto dos resíduos dos serviços de saúde.

Esta norma, em seu Capítulo IV, prevê a responsabilidade dos profissionais que, devidamente habilitados, deverão executar as atribuições concernentes. Abaixo, estão citados alguns conceitos básicos mencionados nesta Resolução, especial atenção dos profissionais farmacêuticos deverá recair sobre manejo dos resíduos concernentes ao Grupo B (Químicos) B1 – resíduos de medicamentos ou insumos farmacêuticos (produtos hormonais, antibacterianos, citostáticos, antineoplásicos, imunossuppressores, anti-retrovirais...):

- 1. Classificação dos resíduos do serviço de saúde, segundo a Resolução 33, de 25 de fevereiro de 2003:**
  - Grupo A (potencialmente infectantes) - resíduos com a possível presença de agentes biológicos

que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção;

- Grupo B (químicos) - resíduos contendo substâncias químicas que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, independente de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade;
- Grupo C (rejeitos radioativos) – são considerados rejeitos radioativos quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.02 – “Licenciamento de Instalações Radiativas”, e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista;
- Grupo D (resíduos comuns) – são todos os resíduos gerados nos serviços abrangidos por esta Resolução que, por suas características, não necessitam de processos diferenciados relacionados ao acondicionamento, identificação e tratamento, devendo ser considerados resíduos sólidos urbanos - RSU.
- Grupo E – perfurocortantes – são os objetos e instrumentos contendo cantos, bordas, pontos ou protuberâncias rígidas e agudas, capazes de cortar ou perfurar.

Os resíduos também são classificados de acordo com o estado físico em: resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas.

## 2. RESÍDUOS SÓLIDOS

### 2.1 Definição

Para os resíduos, a definição legal encontra-se na Resolução Conama 5, de 05/08/93, que se aplica aos resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e estabelecimentos prestadores de serviço de saúde. Esta resolução serve de parâmetro ao definir resíduo sólido como sendo: “Resíduo em estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição”.

### 2.2 Geração de resíduos sólidos

Os resíduos sólidos estão entre as principais preocupações da sociedade. O crescimento da população, o desenvolvimento industrial e a urbanização acelerada, atrelados à postura individualista da sociedade, vêm contribuindo para o aumento do uso dos recursos naturais e para a geração dos resíduos. Na maioria das vezes, esses resíduos são devolvidos ao meio ambiente, de forma inadequada, levando à contaminação do solo e das águas, trazendo vários prejuízos ambientais, sociais e econômicos.

O problema do volume de resíduos sólidos está liga-

do à produção industrial de bens de consumo e intimamente ligado ao crescimento populacional e, em todos os países, os problemas decorrentes são semelhantes (Barros, 2002).

Jardim et al (1995) citam que o aumento da população mundial implica no aumento do uso das reservas do planeta, da reserva de produção de bens e também da geração de lixo.

Segundo Paulella & Scapim (1996), "... tanto nos países industrializados, como nos países em desenvolvimento, aumenta, ano após ano, a quantidade de resíduos e de produtos que se tornam lixo, e apenas o Japão e a Alemanha têm diminuído a quantidade de lixo por habitante".

Trabalhos apontam o aumento do volume do lixo sem tratamento, no Brasil, e a elevação de seu teor tóxico. Esta situação tem sido comparada a uma bomba relógio, que poderá explodir, a qualquer momento. Os resíduos sólidos têm recebido tratamento de segunda categoria e ainda não existe vocação e uma consciência política dos governantes, parlamentares e demais autoridades, efetivamente comprometida com a implementação de políticas preventivas e corretivas (Barros, 2002).

### 2.3 Separação e acondicionamento dos resíduos sólidos

A empresa geradora dos resíduos deve ser responsável pela separação entre resíduos perigosos e resíduos comuns. Após a identificação e a sua separação, os resíduos devem ser colocados em recipientes adequados, para que se possa ter a sua coleta, tratamento e destinação final, de acordo com suas características (SIQUEIRA, 2001).

### 2.4 Coleta, armazenagem e transporte

#### Coleta interna

É aquela realizada, dentro do local gerador do resíduo, que consiste no recolhimento do lixo da lixeira, no fechamento dos recipientes e no transporte até o local determinado para armazenagem, até que se faça a coleta externa (Siqueira, 2001).

#### Armazenagem

O termo armazenagem refere-se à guarda temporária dos resíduos, até que seja feita a coleta externa (Siqueira, 2001).

#### Coleta externa

Consiste no recolhimento do resíduo armazenado, até o veículo transportador, trabalho este realizado pelo profissional da empresa de coleta de lixo (Siqueira, 2001).

#### Transporte

Os veículos utilizados para o transporte também dispõem de certas especificações e autorizações dos órgãos competentes, inclusive com vistorias regulares, para que não haja problemas até a destinação final dos resíduos (Siqueira, 2001).

### 2.5 Gestão de resíduos sólidos

Conforme Paulella & Scapim (1996), a gestão de resíduos deve estar alicerçada sobre condições ambientais adequadas, em que sejam considerados todos os aspectos envolvidos, desde a fonte geradora até a disposição segura, assim como os aspectos de reciclagem máxima dos resíduos, buscando, inclusive, incorporar as mudanças dos padrões de produção e consumo.

Na Agenda 21 (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992), documento elaborado por 178 países na *Rio-92*, a questão dos resíduos sólidos recebeu atenção especial pela importância que a produção crescente de detritos dessa natureza vem assumindo. O capítulo 21, seção II - "Buscando Soluções para o Problema do Lixo Sólido", foi integralmente dedicado a esta questão.

A busca de soluções integradas e compatíveis com os princípios básicos expressos na Agenda 21 (minimização dos resíduos; reciclagem e reutilização; tratamento ambientalmente seguro; disposição ambientalmente segura; substituição de matérias-primas perigosas e transferência e desenvolvimento de tecnologias limpas) deveria nortear, em nível mundial, as ações governamentais, organizações e grupos setoriais responsáveis pela gestão de resíduos.

Segundo Leite (1997), o conceito de gestão de resíduos sólidos abrange atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumento e meios. Uma vez definido um modelo de gestão de resíduos sólidos, deve-se criar uma estrutura para o gerenciamento dos resíduos.

### 2.6 Gerenciamento de resíduos sólidos

A *US EPA – United States Environmental Protection Agency* (1989), define que um gerenciamento integrado de resíduos sólidos é aquele que completa o uso de práticas administrativas de resíduos, com manejo seguro e efetivo, fluxo de resíduos sólidos urbanos, com o mínimo de impactos sobre a saúde pública e o ambiente. Este sistema de gerenciamento integrado de resíduos deverá conter alguns dos seguintes componentes:

- Redução de resíduos (incluindo reuso dos produtos);
- Reciclagem de materiais (incluindo compostagem);
- Recuperação de energia por resíduo combustível;
- Disposição final (aterros sanitários).

De acordo com Barros (2002), a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos é da administração pública municipal, porém o gerenciamento de outros tipos de resíduos sólidos é de responsabilidade do seu gerador.

A estratégia para o gerenciamento dos resíduos industriais, por exemplo, passa pela responsabilização dos

produtores de resíduos, através da aplicação do princípio do *poluidor-pagador*. Este deverá adotar medidas de redução da produção de resíduos, através da introdução de tecnologias e práticas “mais limpas”. Na impossibilidade de evitar a geração de resíduos, deve adotar medidas de valorização (reciclagem e ou valorização energética).

Em último caso, os resíduos que não sejam possíveis de reduzir ou valorizar, deverão ter um destino adequado atendendo às características de perigosidade. Os resíduos industriais não perigosos têm um nível de perigosidade similar aos resíduos urbanos, devendo requerer meios de tratamento semelhantes (triagem, acondicionamento, recolha, valorização).

Cabe aos produtores adotarem medidas para a correta separação dos resíduos industriais perigosos e não perigosos, de modo a evitar a contaminação dos resíduos não perigosos e possibilitar uma correta gestão tendo em consideração a perigosidade para o ambiente.

Os resíduos industriais perigosos devem ser geridos tendo em consideração as suas características, podendo estes ser incinerados, sofrer tratamento físico-químico, serem depositados em aterro ou *serem exportados* (US EPA – *United States Environmental Protection Agency*, 1989).

## 2.7 Tratamento e disposição final para os resíduos sólidos

Segundo Lizárraga (2001), o tratamento dos resíduos sólidos é um grande problema nacional. Hoje, o Brasil produz aproximadamente 200 mil toneladas de resíduos sólidos, por dia. Desse total, 76% são destinados aos lixões a céu aberto, sem nenhum tipo de tratamento; 13% destinam-se aos aterros controlados; 10% para aterros sanitários e somente 1% chega a ser reciclado (Lizárraga, 2001).

Segundo estudos recentes da Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo), cerca de 10 milhões de toneladas anuais de resíduos sólidos, produzidos pelas indústrias, no Estado de São Paulo, não são devidamente tratados ou têm destino inadequado, número este que chega a 47% do volume produzido pelas indústrias (Siqueira, 2001).

Em detrimento da legislação vigente, que coloca como o grande responsável pelos resíduos o gerador, muitas vezes este acaba por não dar o devido tratamento ou destinação ao lixo por falta de informação ou por não estar devidamente amparado por um prestador de serviço responsável, seja ele público ou privado.

O equacionamento e a solução dos problemas relacionados com os resíduos urbanos, em todas as etapas do processo, da geração até a disposição final, estão intrinsecamente ligados à conscientização da população envolvida, ao seu estágio de desenvolvimento aos hábitos, às condições econômicas e, naturalmente, à disponibilidade de locais e tecnologias adequadas para tratamento e disposição final (Siqueira, 2001). Lamentavelmente, tem sido constatado que o tratamento e destinação final dos resíduos ainda se resumem na adoção de soluções imediatas, quase

sempre fundamentadas no simples descarte, predominando os depósitos a céu aberto, que contribuem para a deterioração do meio ambiente.

Segundo Siqueira (2001), para solucionar ou minimizar os problemas resultantes da geração do lixo, será necessário que a sociedade adote cinco princípios básicos:

- Minimização da geração de resíduos;
- Maximização da reutilização e reciclagem ambiental adequadas;
- Seleção de processos industriais de produção de materiais menos agressivos ao meio ambiente;
- Adoção de formas de destinação final ambientalmente adequadas;
- Expansão dos serviços relacionados ao lixo para toda a população.

De uma forma geral, os sistemas atualmente adotados para a administração dos resíduos estão baseados no conceito da inesgotabilidade dos recursos naturais. Esta visão é absolutamente equivocada e deve ser revista, dentro da ótica do desenvolvimento auto-sustentável.

### Formas de tratamento e disposição final para resíduos sólidos

#### 2.7.1 Aterros municipais e industriais

O aterro é uma forma de disposição de resíduos no solo que, fundamentada em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, garante um confinamento seguro em termos de poluição ambiental (e-meioambiente, 2003).

A disposição indiscriminada de resíduos no solo pode causar poluição do ar, pela exalação de odores, fumaça, gases tóxicos ou materiais particulados, poluição das águas superficiais pelo escoamento de líquidos percolados ou carreamento de resíduos pela ação das águas de chuva e poluição do solo e das águas subterrâneas pela infiltração de líquidos percolados.

Estes problemas podem ser eliminados em um aterro pela adoção das seguintes medidas de proteção ambiental:

- Localização adequada;
- Elaboração de projeto criterioso;
- Implantação de infra-estrutura de apoio;
- Implantação de obras de controle da poluição;
- Adoção de regras operacionais específicas.

#### Os aterros se classificam em:

**Aterro comum:** é a forma inadequada de disposição de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga de resíduos sobre o solo, sem medidas de proteção ao ambiente ou à saúde pública (Jardim et al., 1995).

**Vantagem:** Processo mais barato e mais rápido para sua instalação.

**Desvantagem:** Contamina o solo, ar, água e favorecem a sobrevivência e proliferação de insetos e roedores.

**Aterro controlado:** é o aterro comum com algumas adaptações. Os resíduos recebem diariamente uma cobertura de material inerte. Esta cobertura não resolve os problemas de poluição gerados pelos resíduos, pois, não são levados em conta os mecanismos de formação de gases e líquidos (Lima, 1995).

**Aterro Sanitário:** de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1984), NBR 10004, consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança.

**Vantagem:** causa menos impacto ao meio ambiente e é uma solução economicamente viável;

**Desvantagem:** vida útil de curta duração, controle e manutenção constante e utilização de grandes extensões de terra.

Para os resíduos sólidos industriais existem os aterros próprios, que são geralmente classificados como aterro classe I, aterro classe II ou aterro classe III.

## 2.7.2 Compostagem

Kiehl (1998) define compostagem como sendo um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica, no estado sólido e úmido. Dois estágios podem ser identificados nessa transformação:

1º estágio: denominado digestão, e corresponde à fase inicial da fermentação, na qual o material alcança o estado de bioestabilização

2º estágio: denominado maturação. A massa em fermentação atinge a humificação, estado em que o composto apresenta melhores condições como melhorador do solo e fertilizante.

Ainda segundo Kiehl (1979), a compostagem pode ser classificada, segundo quatro fatores: aeração, temperatura, ambiente, e tipo de processamento.

**Vantagem:** transforma matéria orgânica em adubo ou ração animal e reduz o envio de resíduos para os aterros

**Desvantagem:** produção de mau cheiro, insetos e roedores.

Classificação quanto à Biologia:	Definição
Aeróbio	Processo onde a fermentação ocorre na presença de oxigênio. Neste processo existe o desprendimento de CO <sub>2</sub> e vapor d'água, onde a temperatura é sempre elevada.
Anaeróbio	Processo onde a fermentação ocorre na ausência de oxigênio. Neste processo existe o desprendimento de CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S entre outros, a temperatura nesta fase permanece baixa.
Misto	Processo onde a matéria passa pela fermentação aeróbia e depois existe uma redução de oxigênio desenvolvendo-se assim o processo anaeróbio.
Classificação quanto a Temperatura	Definição
Criofilico	Processo onde a temperatura atinge uma média inferior, próxima à do ambiente.
Mesofilico	Processo que ocorre entre 35 e 45 °C. A temperatura nesses processos são diretamente proporcionais a quantidade de microorganismos.
Termofilico	Processo que ocorre em temperaturas superiores a 55 °C, podendo alcançar até 70 °C. É o mais indicado, pois, as altas temperaturas podem diminuir a sobrevivência de microorganismos patogênicos.
Classificação quanto ao ambiente	Definição
Aberto	Processo onde a compostagem ocorre em pátio a céu aberto.
Fechado	Processo onde a compostagem ocorre em digestores, bioestabilizadores, células de fermentação, etc.
Classificação quanto ao Processamento	Definição
Estático	Processo onde o revolvimento da massa em fermentação é feita com intervalos.
Dinâmico	Processo onde a massa em digestão é revolvida continuamente.

### 2.7.3 Co-processamento em fornos de cimento

Co-processamento, por definição, é a técnica que permite a queima de resíduos em fornos de cimento mediante dois critérios básicos: reaproveitamento de energia, para que o material seja utilizado como substituto ao combustível, ou reaproveitamento como substituto da matéria-prima, de forma que os resíduos a ser eliminado apresentem características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer (e-meioambiente, 2003).

No forno de produção de clínquer, local onde os resíduos são destruídos, a temperatura na entrada é da ordem de 1200 °C, sendo que na chamada zona do maçarico a temperatura chega até 2000 °C. As altas temperaturas nos fornos, aliados ao tempo de detenção e a alta turbulência do interior dos equipamentos, resultam na destruição de quase toda carga orgânica.

Pela técnica do co-processamento são proibidas as queimas de organoclorados, lixo urbano, radioativo e hospitalar.

### 2.7.4 Incineração

A incineração é considerada uma forma de disposição final, e constitui método de tratamento que se utiliza da decomposição térmica, com o objetivo de tornar um resíduo menos volumoso e menos tóxico. Os remanescentes da incineração são constituídos de gases como dióxido de carbono, dióxido de enxofre, nitrogênio, oxigênio, água, cinza e escórias. Quando a combustão é incompleta podem aparecer monóxido de carbono e particulados, que são constituídos de carbono finamente dividido (Lima, 1995). Conseqüentemente se faz necessário que os incineradores contenham equipamentos complementares, como filtros destinados ao tratamento de gases e agregados leves resultantes da combustão dos resíduos (Barros, 2002).

As unidades de incineração variam desde instalações pequenas, projetadas e dimensionadas para um resíduo específico, até grandes instalações de propósitos múltiplos, para incinerar resíduos de diferentes fontes. No caso de materiais tóxicos e perigosos, estas instalações requerem equipamentos adicionais de controle de poluição do ar, com conseqüente demanda de maiores investimentos. Os incineradores trabalham na faixa de 1200 a 1400 °C e o tempo de detenção entre 0,2 a 0,5 segundos, podendo chegar em alguns casos até 2 segundos. As principais características dos resíduos que apresentam maior potencial para o processo de incineração são:

- Resíduos orgânicos constituídos basicamente de carbono, hidrogênio e/ou oxigênio;
- Resíduos que contêm carbono, hidrogênio, cloro com teor inferior a 30 % em peso e/ou oxigênio; e
- Resíduos que apresentam seu poder calorífico inferior (PCI) maior que 4.700 Kcal/Kg (não necessitando de combustível auxiliar para queima).

Em sua tese de doutorado Leite (1997), cita as vantagens e desvantagens da incineração.

*Vantagens:* redução dos resíduos em até 5% do volume e 15% do peso original; bom funcionamento, independentemente das condições meteorológicas; possibilidade de recuperação da energia contida nos resíduos; redução do impacto ambiental.

*Desvantagens:* investimento elevado; alto custo de operação e manutenção; exigência de mão de obra especializada na operação.

### 2.7.5 Reciclagem

A produção industrial e a própria sobrevivência humana no planeta terra estão baseadas no desenvolvimento da forma academicamente conhecida como 3 erres, sendo, **redução, reaproveitamento e reciclagem** (e-meioambiente, 2003).

A redução é a introdução de novas tecnologias na exploração, transporte e armazenamento das matérias-primas para reduzir ou, se possível, eliminar o desperdício dos recursos naturais, retirados da natureza. O reaproveitamento é a reintrodução no processo produtivo, de produtos não mais apropriados para o consumo, visando a sua recuperação, e recolocação no mercado, evitando assim, o seu encaminhamento para o lixo. Já a reciclagem constitui a reintrodução de um resíduo, produto usado, para que possa ser reelaborado gerando um novo produto.

Os três erres se propõem a analisar e organizar o ciclo produtivo, de forma que cada vez mais o lixo seja transformado em insumo, substituindo, até o limite do possível, as preciosas matérias-primas naturais, preservando nossos recursos naturais e o meio ambiente.

## 3. EFLUENTES LÍQUIDOS

### 3.1 Introdução

As tecnologias para tratamento dos efluentes líquidos, ou *águas residuárias* (esgoto), que são as águas com alterações indesejáveis nas características, são classificadas em três grupos distintos de processo:

- Processos biológicos;
- Processos físicos;
- Processos químicos.

Geralmente, esses grupos não atuam isoladamente e o processo mais adequado ao seu efluente será definido a partir de alguns itens, como:

- As características dos efluentes a ser tratado;
- O atendimento as exigências legais;
- A área disponível;
- O custo envolvido.

Para a definição da tecnologia, que irá remover a carga orgânica existente nos efluentes, é necessária a caracterização física e química desse efluente. Um exemplo de caracterização, que se aplica a quase todos os ramos de atividade industrial, é realizado, através das seguintes análises:

- Sólidos totais;
- Temperatura;
- Cor;
- Odor;
- Turbidez;
- DQO (Demanda Química de Oxigênio);
- DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio);
- pH (Potencial Hidrogênionico);
- OD (Oxigênio Dissolvido);

### 3.2 Processos de tratamento de efluentes

#### 3.2.1 Processos químicos e físico-químicos

Os processos químicos e físico-químicos podem ser utilizados para remover material coloidal, cor e turbidez, odor, ácidos, álcalis, metais pesados e óleos. Além disso, os reagentes químicos são utilizados para neutralizar ácidos ou álcalis (e-meioambiente, 2003). A neutralização dos efluentes industriais pode ser necessária para adequar o efluente a ser lançado à legislação ou como medida necessária para proteção de sistemas de tratamento posteriores. Em linha gerais, os principais reagentes químicos utilizados para neutralização são os seguintes:

- Efluente alcalino: ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), ácido clorídrico (HCl), dióxido de carbono ( $CO_2$ ).
- Efluente ácido: lama de cal, calcário, carbonato de sódio, soda caustica.

#### 3.2.2 Processos Físicos

São processos que abrangem a remoção de sólidos flutuantes de dimensões relativamente grandes, de sólidos em suspensão, de areias, de óleos e gordura (e-meioambiente, 2003).

São considerados métodos físicos:

- Caixas de areia;
- Decantadores;
- Grades;
- Peneiras simples ou rotativas;
- Tanques de remoção de óleo e graxas.

##### Caixas de areia

Destinam-se à retenção de areias e outros detritos pesados inertes, em suspensão nos efluentes. São utilizadas com o objetivo de proteger bombas e tubulações contra abrasão e entupimento.

##### Decantadores

São empregados na separação dos sólidos sedimentáveis contidos nos efluentes. Podem ser divididos em dispositivos que são preenchidos intermitentemente (por cargas) ou com fluxo constante. Os decantadores mais simples são as lagoas de decantação, em que o lodo acumulado no fundo pode ou não ser removido.

##### Grades

As grades destinam-se a remover sólidos grosseiros

em suspensão e também são utilizados para proteção de bombas, válvulas e outros equipamentos contra obstrução.

##### Peneiras

São dispositivos destinados a retenção de partículas mais finas. A fim de evitar entupimento, devem ser do tipo rotativo. Como exemplo de sua aplicação, podemos citar as indústrias de conservas de pescado que as utiliza na separação de espinhas e escamas.

##### Tanques de remoção de óleo e graxas

Os óleos e gorduras livres presentes nos efluentes formam uma espuma de efeito estético desagradáveis, além de prejudicarem seriamente o tratamento biológico. Esses dispositivos para remoção de óleos e graxas, provocam a redução da velocidade da água. Enquanto os sólidos mais densos se depositam no fundo formando lodo, os corpos menos densos sobem à superfície formando espuma. As leis que regem o fenômeno são análogas às que regem o fenômeno de sedimentação de sólidos granulares, com a diferença de que se efetuam em sentido inverso, isto é, as partículas maiores sobem com velocidade maior que as partículas menores.

#### 3.2.3 Processos biológicos

São os processos que dependem dos microorganismos para a redução da carga orgânica dos efluentes (e-meioambiente, 2003).

Nos processos biológicos, os microorganismos transformam a matéria orgânica existente na forma de sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos em compostos simples como água, gás carbônico e sais minerais.

Os processos biológicos são classificados em função da fonte de oxigênio, em aeróbios e anaeróbios, sendo que os microorganismos que se utilizam do oxigênio disponível no ar são chamados de aeróbios e os que se utilizam do oxigênio presente nos compostos que serão degradados são chamados de anaeróbios.

Os processos biológicos aeróbios normalmente encontrados são:

- Lodos ativados;
- Filtro biológico;
- Lagoas aeradas;
- Processos anaeróbios.

##### Lodos ativados

Nos processos biológicos, através de lodos ativados, o esgoto é estabilizado biologicamente em um tanque de aeração, onde o oxigênio requerido pelos microorganismos será fornecido através de equipamentos de aeração mecânica ou ar difuso. A massa biológica resultante é separada do líquido em um decantador. Uma parte dos sólidos biológicos sedimentados é continuamente recirculada e a massa remanescente é disposta, de forma a não causar impacto ao meio ambiente.

### **Filtro biológico**

No processo de filtração biológica, o despejo líquido é aspergido sobre pedras e escoado através do leito filtrante. O filtro biológico consiste de um leito filtrante de meio altamente permeável onde os microrganismos são afixados, e através do qual o despejo líquido é percolado. O meio filtrante usualmente é constituído por pedras ou plásticos e a profundidade média dos filtros de pedra é de 2 metros e de 9 a 12m quando o meio é de plástico. O filtro biológico normalmente é circular, sendo o despejo líquido distribuído sobre a parte superior do leito por meio de braços rotativos. O efluente sai por uma camada de drenos, juntamente com sólidos biológicos. O material orgânico presente no despejo é degradado por uma população de microrganismos afixada no meio filtrante.

### **Lagoas aeradas**

Nas lagoas aeradas, é utilizada aeração mecanizada para fornecer oxigênio às bactérias. Nas lagoas fotossintéticas aeróbias o oxigênio é fornecido pela aeração natural e pela ação fotossintética das algas. O oxigênio liberado pelas algas através do processo de fotossíntese é utilizado pelas bactérias no processo de degradação aeróbia dos poluentes existentes dos efluentes.

### **Processo anaeróbio**

Nos processos anaeróbios a decomposição da matéria orgânica e/ou inorgânica é conseguida na ausência de oxigênio molecular. Sua principal aplicação está na digestão de certos despejos industriais de alta carga e lodos de esgotos concentrados.

Os microorganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica são comumente divididos em dois grupos, sendo que cada grupo realiza as seguintes atividades:

- O primeiro hidroliza e fermenta compostos orgânicos complexos para ácidos orgânicos simples;
- O segundo converte os ácidos orgânicos simples em gás metano e gás carbônico.

## **4. EMISSÕES GASOSAS**

Os principais poluentes da atmosfera são aqueles emitidos em maiores quantidades e por grande variedade ou número de fonte, que, portanto, se apresentam sistematicamente em áreas urbanas poluídas, em concentrações próximas do limiar de efeitos perceptíveis sobre os vários receptores (e-meioambiente, 2003).

São eles os principais poluentes da atmosfera:

- Material particulado;
- Óxidos de enxofre;
- Óxidos de nitrogênio;
- Monóxido de carbono.

A avaliação da qualidade do ar visa monitorar as concentrações de poluentes na área de influência de uma organização, visando a verificação do atendimento aos padrões de qualidade do ar, estabelecidos na legislação em vigor.

### **Absorvedores**

São equipamentos utilizados para a absorção de gases onde o fenômeno envolvido consiste na transferência de massa de uma fase gasosa para uma fase líquida.

### **Adsorvedores**

É um processo seletivo e bastante utilizado para a remoção de gases presentes em baixas concentrações, como por exemplo, substâncias causadoras de odor. Os adsorvedores podem também ser utilizados na recuperação de solventes. As substâncias adsorventes apresentam a característica de ser um material sólido, poroso e de grande área superficial específica.

### **Ciclones / multiclones**

São equipamentos utilizados para realizar a separação gás/sólidos. Nos ciclones e nos multiclones, a separação se dá pelo efeito da força centrífuga. Esta força é gerada pela entrada tangencial do gás no equipamento. A diferença entre o ciclone e o multiclone, é o fato de o ciclone ser constituído por apenas uma unidade cilíndrica/cônica e o multiclone ser constituído por mais de uma unidade cilíndrica/cônica. As unidades do multiclone são ligadas em paralelo e possuem o raio menor que o raio da parte cilíndrica do ciclone.

### **Filtros de tecido**

A filtração é um dos métodos mais antigos, simples e bastante eficiente para remoção de partículas de um fluxo gasoso. As vantagens do emprego de filtros de tecidos são as seguintes: alta eficiência de coleta, inclusive para partículas finas, perda de carga não é excessiva, resistência a corrosão.

### **Flares**

São equipamentos que estão localizados no ponto de emissão dos poluentes e que promovem a queima destes em espaço aberto. Este equipamento é utilizado quando os gases combustíveis estão em concentrações próximas ou acima do limite inferior de inflamabilidade

### **Incinerador de chama direta**

Consiste de uma câmara de combustão com paredes revestidas com material refratário, um ou mais queimadores, indicador-controlador de temperatura, equipamento de segurança e algumas vezes equipamento para recuperação de calor. Os parâmetros básicos a serem considerados em um projeto de incinerador de chama direta são: temperatura alta (650 °C a 850 °C) na câmara de combustão para que se processe a completa oxidação dos poluentes; tempo de Resistência, que é definido como o tempo em que o gás permanece na câmara de combustão e varia, na prática, de décimos de segundos até alguns segundos; velocidade na câmara de combustão, que deve ser adequada de modo a promover uma boa mistura.



## Lavadores de gás

Os lavadores podem ser utilizados tanto para remoção de gases e vapores, como para remoção de material particulado. A eficiência do lavador de gás esta ligada ao tipo e forma de contato do gás com o líquido, pois é esse contato que irá permitir a remoção dos contaminantes gasosos.

## 5. LEGISLAÇÃO

A Legislação ambiental é um poderoso instrumento colocado à disposição da sociedade, a fim de que se faça valer o direito constitucionalmente assegurado a todo o cidadão brasileiro de viver em condições dignas de sobrevivência, num ambiente saudável e ecologicamente equilibrado (Barros, 2002).

A Constituição Federal, promulgada em 1988, garante a necessidade da proteção ambiental, ao definir, em seu artigo 225: “Todos tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservar para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1995).

O Código Municipal de Limpeza Urbana, promulgada através da Lei Complementar nº 258/98, de 14 de dezembro de 1998, apresenta diretrizes e normativas legais para gestão dos resíduos sólidos urbanos do Município de Maringá. Este Código tem como objetivo a preservação do ambiente e a proteção da saúde pública, através do gerenciamento adequado dos resíduos e conservação do ambiente.

A legislação contempla: classificação dos serviços de limpeza urbana, os deveres do cidadão e das empresas, conservação e limpeza de logradouros públicos e terrenos vazios particulares, as formas de fiscalização, os procedimentos das infrações e penalidades pelo não cumprimento do Código, formas para a educação ambiental (Barros, 2002).

Várias legislações envolvendo o meio ambiente têm sido implantadas, no País, nos últimos anos. Mas as principais foram sancionadas, em 1997 e 1998: a Lei 9433, de oito de janeiro de 1997, e a Lei 9605, de 13 de fevereiro de 1998 (Brasil, 1997; Brasil, 1998). A primeira institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa lei, em seu artigo 1º, ressalta que a água é um bem de domínio público e recurso natural limitado, dotado de valor econômico.

O capítulo IV considera como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos dois aspectos que irão afetar diretamente as indústrias farmacêuticas: I) a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; II) a cobrança pelo uso de recursos hídricos. Em seu artigo 12º, a legislação ressalta que estão sujeitos à outorga pelo poder público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

- captação de parcela de água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;
- extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- lançamento em corpo de água de esgotos e de-

mais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.

Em resumo, a indústria farmacêutica irá pagar pela água que utiliza e pela quantidade de efluente lançado no recurso hídrico.

Já na Lei nº 9605, de 13 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Em seu Artigo 2º, responsabiliza todos que fazem parte da empresa pela degradação ambiental gerada pela firma.

As penas propostas pela legislação envolvem a combinação de multas, suspensão parcial ou total de atividades e a reclusão, por até cinco anos, dependendo da gravidade do crime ambiental. Essa lei tenta não permitir que a infração seja economicamente atraente (Macêdo, 2000).

Atualmente, tem-se comentado muito sobre a Resolução RDC nº 33, de 25 de fevereiro de 2003. Esta Resolução está mais voltada para os resíduos provenientes de hospitais, mas, de acordo com o capítulo II, também abrange indústrias farmacêuticas, drogarias e farmácias. A RDC 33 obriga a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Sendo assim, são estabelecidos procedimentos que devem ser seguidos, desde a geração do resíduo, até seu tratamento e disposição final.

De acordo com o capítulo IV, o estabelecimento deve dispor de um profissional habilitado, em função do tipo de resíduo a ser gerenciado, para exercer a função de responsável pela elaboração e implantação do plano de gerenciamento de resíduos. Por exemplo, para serviços que gerem exclusivamente resíduos químicos e comuns, profissional de nível superior com habilitação na área de química (engenheiro químico, químico, farmacêutico, biólogo).

De acordo com Macêdo (2000), apesar de a legislação ser considerada moderna, é necessária uma fiscalização mais rígida e com maior frequência. Cabe ao consumidor escolher produtos de boa qualidade, de empresas cujas linhas de produção não degradem o meio ambiente.

## 6. SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

A empresa que gera impactos ambientais, através de suas linhas de produção, além de infringir a legislação vigente e ter que pagar os custos desta infração, vai se desgastar perante o público consumidor. Enquanto isso, outras marcas estarão disponíveis no mercado, identificando-se junto ao público, através de um chamado “rótulo ecológico”, como proposto pela revista da ABNT, em janeiro/fevereiro de 1996. Esse rótulo atesta que determinados produtos são adequados ao uso e apresentam menor impacto ambiental em relação aos seus concorrentes (Macêdo, 2000). Diante de todas essas exigências, empresas irão utilizar o SGA (Sistema de Gestão Ambiental) como uma vantagem competitiva em vendas. Para a indústria farmacêutica, o SGA é garantia junto ao mercado consumidor de que este encontrará um fármaco de qualidade, fabricado de forma a não degradar o meio ambiente ao redor de suas instalações, con-

tribuindo para uma melhor qualidade de vida das futuras gerações.

Etapas para a implantação do SGA segundo Macêdo (2000):

- **O uso racional da água dentro das diversas etapas da linha de produção:** este procedimento visa reduzir: a) os custos que envolvem o consumo de água; b) o volume de efluente; c) os gastos com a construção e/ou manutenção da ETE (Estação de Tratamento de Esgotos). Visa também a planejar o reaproveitamento de águas dentro dos procedimentos da linha de produção.
- **O uso racional de detergentes e sanificantes nos procedimentos de higienização:** envolve a escolha dos produtos corretos em função da finalidade de cada procedimento de higienização, da sua biodegradabilidade, eficiência, resíduos e influência sobre o processo escolhido para o tratamento dos efluentes (Andrade & Macêdo, 1996; Macêdo, 1994).
- **Escolha do tratamento de efluentes.**
- **Aproveitamento tecnológico/racional do resíduo da ETE.**

A implantação de Sistema de Gestão Ambiental em uma empresa garante a redução da carga poluidora gerada, porque envolve a revisão do processo produtivo com vistas à melhoria contínua do desempenho ambiental da organização, resultando em redução do consumo de matéria-prima e insumos e das emissões de poluentes e resíduos. A certificação desses sistemas é um mecanismo que permite que se formalize a internalização do sistema.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, é necessário que o País disponha de um sistema de certificação voluntário que tenha credibilidade perante a comunidade internacional, para garantir a manutenção e ampliação dos negócios realizados.

Além disso, os órgãos componentes do Sisnama devem estar atentos para que esses novos instrumentos, a certificação ambiental, os Sistemas de Gestão Ambiental das empresas e as auditorias ambientais nesses sistemas, sejam utilizados de forma a garantir a melhoria da qualidade ambiental através da redução dos resíduos e emissões gerados e do controle dos aspectos ambientais significativos das empresas potencialmente poluidoras. Nesse contexto a participação ativa do MMA é de suma importância, como órgão central do sistema e gestor de políticas.

O SGA torna as empresas melhor controladas e reduz seus custos, porque estas:

- Utilizam menos matéria-prima
- Consomem menos energia
- Consomem menos água
- Reduzem a produção de resíduos
- Reutilizam, reciclam ou vendem resíduos

Ao reduzir seus custos, as empresas elevam sua competitividade, pois podem praticar preços menores e melhorar sua imagem junto aos consumidores, cada vez mais conscientes e bem informados sobre efeitos ambientais e processos produtivos ambientalmente saudáveis.

## 7. ISO 14000

Tendo em vista sistematizar a procura da excelência ambiental e da sua performance, a ISO criou um conjunto de normas técnicas referentes a métodos e análises, que possibilitam certificar que determinado produto quando da sua produção, distribuição e descarte, não proporciona, ou reduz ao mínimo, os danos ambientais e, além disso, está de acordo com a legislação ambiental (e-meioambiente, 2003).

A instituição normatizadora do País, ou outra por ela delegada, emite, então, o certificado sobre o processo de produção ou o rótulo sobre o produto, o selo verde. A ISO 14000 é uma norma de processo e não de desempenho e a sua certificação é voluntária. Foi implementado, no ano de 1996.

Este conjunto de normas considera uma abordagem internacional comum ao gerenciamento ambiental, a capacidade da organização em obter e medir melhorias ambientais, a remoção de barreiras para o comércio internacional, o aumento da credibilidade do comprometimento de uma organização com a questão ambiental, o compromisso de uma organização com a sua política ambiental e a legislação.

Portanto, com a ISO 14000, espera-se a homogeneização de sistemas de gerenciamento ambiental, facilitando as transações técnicas e comerciais, respeitando as características ambientais de cada país e evitando, assim, tendenciosidade e imprecisões.

Assim sendo, a exemplo da ISO 9000, a série ISO 14000 não ditará requisitos específicos de desempenho ambiental. Caberá a cada organização e empresa a tarefa de desenvolver e adaptar seus negócios a um desejado desempenho ambiental, mas, visando a atingir a Excelência Total em Meio Ambiente.

Principais razões para implementar as normas de gestão ambiental - ISO 14001:

- Garantir o cumprimento da legislação ambiental aplicável à empresa;
- Assegurar uma exigência dos clientes;
- Satisfazer a preocupação com a reputação ambiental;
- Demonstrar a consciência ambiental e social da empresa;
- Obter um trunfo em termos de marketing;
- Reduzir custos e aumentar a produtividade;

## CONCLUSÃO

Os resíduos sólidos, se descartados inadequadamente no ambiente, podem provocar alterações intensas no solo, na água e no ar, além da possibilidade de causarem danos a todas as formas de vida, trazendo problemas que podem comprometer as futuras gerações.

Caso as autoridades públicas e a sociedade civil não se mobilizem para que medidas necessárias e urgentes sejam tomadas, o futuro reservará à humanidade sérios problemas relacionados ao meio ambiente, principalmente com a escassez da água e o excesso de lixo.

Tão importante quanto à destinação e os tratamentos adequados, é preciso produzir cada vez menos resíduos e reaproveitar cada vez mais os resíduos gerados, reduzindo o alto índice de desperdício, contribuindo, assim, para uma sociedade mais equilibrada e responsável.

Num mercado extremamente competitivo e com a população cada vez mais conscientizada sobre aspectos sociais e suas responsabilidades, a proteção ambiental é considerada exercício da cidadania, se faz necessário que as empresas demonstrem responsabilidades ambientais perante a comunidade, clientes, órgãos ambientais.

Para isso, as empresas podem optar pela implantação do Sistema de Gestão Ambiental. Este sistema pode reduzir os impactos ambientais, assim como, melhorar a eficiência operacional, identificando oportunidades de redução de custos e de riscos ambientais.

O Sistema de Gestão Ambiental leva a empresa a alcançar três metas: eliminar os impactos ambientais negativos, gerando com isso uma vantagem competitiva de mercado; aproveitar de maneira coerente toda a estrutura que a empresa já possui, procurando fazer adaptações técnicas com a finalidade de redução de custos; compatibilizar a indústria farmacêutica com as novas legislações ambientais.

A maior penalidade que a humanidade poderá receber pela inconseqüente má utilização dos recursos naturais e do tratamento inadequado dos resíduos gerados por suas atividades será indubitavelmente a herança deixada às gerações futuras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA 21. “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”, *Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos*, capítulo 21, Rio de Janeiro. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, Centro de Informações das Nações Unidas, 1992.
- ANDRADE, N.J.; MACÊDO, J.A.B. *Higienização na indústria de alimentos*. São Paulo: Ed. Livraria Varela, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 8419. *Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro, ABNT, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10004. *Resíduos sólidos: classificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 1986.
- BARROS, C.J. *Os resíduos sólidos urbanos na cidade de Maringá – Um modelo de gestão*. Departamento de Engenharia Química/UEM, Maringá, PR, Brasil, 2002.
- BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil. Promulgada em 5 de outubro de 1998, ed. Saraiva, São Paulo, 1995.
- BRASIL, 1997, Constituição da República Federativa do Brasil. Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de recursos Hídricos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 9 Janeiro 1997.

BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil. Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 13 de Fevereiro 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução nº 33. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. *Diário Oficial da União* 25.02.2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), Resoluções do CONAMA: *Dispõe sobre a destinação final de resíduos sólidos*, n.05, de 05/08/93, Brasília, SEMA, 1993.

E-Meioambiente, 2003, [www.e-meioambiente.com.br](http://www.e-meioambiente.com.br).

JARDIM, N.S. et al., 1995, *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE).

KIEHL, E.S. Metodologia da compostagem e ação fertilizante do composto de resíduos domiciliares. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiros/USP, 1979.

KIEHL, E.S., Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, SP, Divisão de Biblioteca e Documentação “Luiz de Queiros”/USP, 1998.

LEITE, W.C.A., Estudo da gestão de resíduos sólidos: uma proposta de modelo tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI – 5) como referência. São Carlos. Tese de D.Sc., Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1997.

LIMA, L.M.Q., 1995, *Lixo Tratamento e Biorremediação*. 3ª ed. Hemus. São Paulo.

LIZÁRRAGA, A. Revista *Fármacos & Medicamentos*. Editorial Racine. Nov/Dez 2001; 14 – 19.

MACÊDO, J.A.B. Sistema especialista para controle e tratamento de água na indústria de alimentos. Viçosa, MG. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

MACÊDO, J.A.B. As Indústrias Farmacêuticas e o Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Revista *Fármacos & Medicamentos*. Editorial Racine. Maio/junho 2000, 46 – 50

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2003, [www.mma.gov.br/port/sqa/prorisc/capa/](http://www.mma.gov.br/port/sqa/prorisc/capa/).

PAULELLA, E.D.; SCAPIM C.O.; 1996, Campinas: a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Campinas, Secretaria de Serviços Públicos, Secretaria da Administração.

ROSENBERG, G. 2000. *A ISO 9001 na Indústria farmacêutica*. Rio de Janeiro. Editora e – papers.p. 17 – 29.

SIQUEIRA, A. Resíduos sólidos: da classificação à disposição final. Revista *Fármacos & Medicamentos*. Editorial Racine. Jan/fev 2001; 10 – 16.

US. EPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY., 1989, *The solid waste dilemma: an agenda for action*. U.S. Government Print Office. Washington.